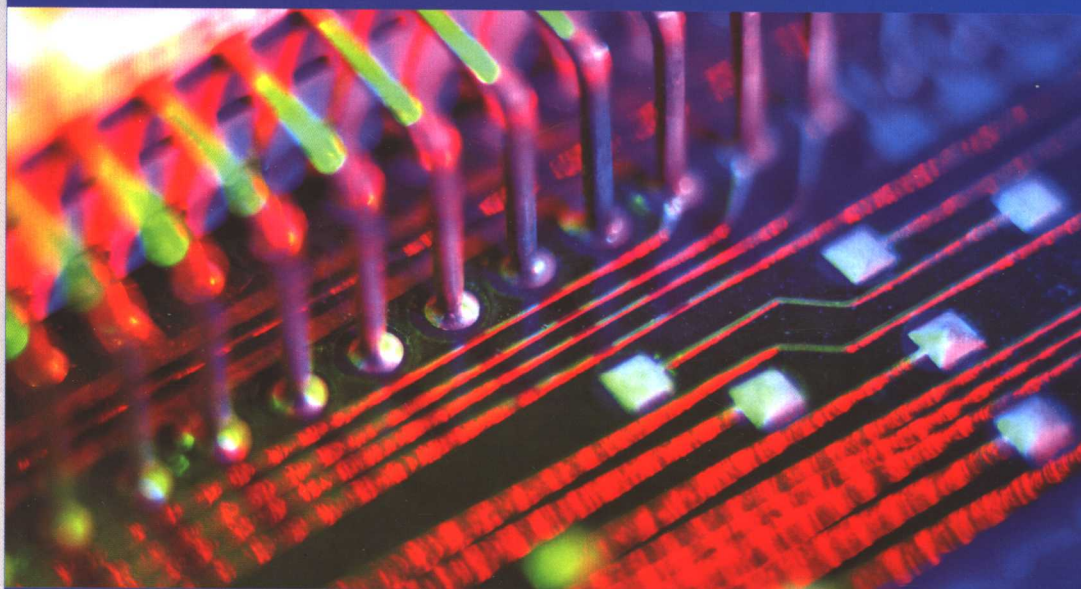


电子技术技能实训教程丛书



电子产品装配 技术与技能 实训教程

韩广兴 韩雪涛 等编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

电子技术技能实训教程丛书

电子产品装配技术与技能 实训教程

韩广兴 韩雪涛 等编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书全面系统地介绍了电子产品安装工艺技术和操作技能的训练方法。全书主要讲解了电子产品生产工艺文件、电路识图、元器件识别、电子产品装接、布线等基本技能基础及电子产品材料与器件的筛选方法和工艺准备。

本书从实用的角度,以图解的形式,形象、直观地介绍了电子元器件的各种焊装方法及其操作实训。重点介绍了电子产品的整机布线、总装、调试和检测等操作技能,电子元器件的检测方法,微型贴片元件的结构识别检测和焊装方法,表面安装(SMT)技术及其新型焊装设备的应用等。

本书参照《高等职业教育电子信息类专业“双证课程”培养方案》内容的要求编写而成,可作为中、高等职业技术学校 and 电子电器类专业学校电子技术学科的教材;也可作为电子制造企业的岗位培训教材;还可供广大电子爱好者阅读。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电子产品装配技术与技能实训教程 / 韩广兴等编著. —北京:电子工业出版社, 2006.5

(电子技术技能实训教程丛书)

ISBN 7-121-02523-X

I.电... II.韩... III.电子产品—装配—技术培训—教材 IV.TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 039491 号

策划编辑: 谭佩香

责任编辑: 何 丛

印 刷: 河北省邮电印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 20 字数: 467 千字

印 次: 2006 年 5 月第 1 次印刷

印 数: 6000 册 定价: 28.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。
联系电话: (010)68279077。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

出版说明

发展职业教育是经济社会发展的重要基础和教育工作的战略重点。国务院关于大力发展职业教育的决定中明确指出,为适应全面建设小康社会对高素质劳动者和技能型人才的迫切要求,促进社会主义和谐社会建设,必须以就业为导向,改革与发展职业教育。职业教育要为我国走新型工业化道路,调整经济结构和转变增长方式服务。因此职业教育要以服务社会主义现代化建设为宗旨,要与市场需求和劳动就业紧密结合,要校企合作,建立有中国特色的现代职业教育体系,实施国家技能型人才培养培训工程。

为进一步深化职业教育教学的改革,各类职业学校根据市场和社会需求,在不断更新教学内容,改进教学方法,各家科技出版社也正在为推进现代科学技术在教学中的应用做好教材服务工作。

电子工业出版社一贯重视职业教育工作。在认真学习领会国家相关政策,研究职业教育规律和特点的基础上,组织相关院校企业共同研发,成功出版了大量职业教育方面的书籍,并取得了很好的社会效益和经济效益。在全国职业教育工作会议隆重召开以后,我社为更好地适应职业教育教学改革的需要,深入职业学校进行了认真调研,组织长期从事电子技术行业工作的专家和在教育第一线的有丰富经验的教师共同编写《电子技术技能实训教程丛书》。我社推出的本丛书是以构建职业标准指导下的能力本位为主导,以提高学生科技素养为宗旨,以就业为导向,指导学生进行专业实践能力的训练,提高学生的技术运用能力和岗位工作能力。

《电子技术技能实训教程丛书》的编写主要遵循了以下原则:

(1) 教学内容充分体现职业性,即本职业生产岗位必备的知识和技能,充分满足本行业生产一线的需求。

(2) 建立职业院校的课程与国家行业标准之间的紧密联系,从职教课程中能清晰地看到国家行业的职业标准要求,形成一种新的职业能力培养的系统化课程。

(3) 行业标准指导下的先进性原则。克服专业教学存在的内容陈旧和不适应产业发展需求的弊端,突出本专业领域的新知识、新技术、新流程、新方法,理论和实践一体化,使之符合职业能力的发展规律,培养学生的学习能力、工作能力、创新思维的能力。

为突出本丛书实用性强的特点,从内容的安排上,以理论指导实践,重点突出技能训练,不仅结合各章内容安排了实训,而且有的书还在全书的最后安排了综合实训项目,使读者将电子专业知识和电子技术灵活运用于实践,在实践中加深理解和积累知识,并在知识和技能不断积累的基础上进行有创造性的实践,从而更有利于技能型人才的培养,更好地提高读者的就业能力、工作能力、职业转换能力和创业能力。

目前本丛书主要包括以下教程:《电工技术基础与技能实训教程》,《电子技术基础与技能实训教程》,《数字电路基础与技能实训教程》,《模拟电路基础与技能实训教程》,《电子产品制作技术与技能实训教程》,《电子产品装配技术与技能实训教程》,《电子仪表应用技术与技能实训教程》,《自动控制技术与技能实训教程》,《传感技术与技能实训教程》,《汽车电子技术与技能实训教程》。以后将根据职业学校教材的需求不断拓展新的教程。

我们期盼本丛书能成为通俗易懂的、专业性强和实用性强的、学得会和用得巧的职教选用教材和广大读者的自学教程。

电子工业出版社

前 言

随着电子技术的飞跃发展,我国已成为计算机和外围设备、家用电子产品、通信设备、空调、制冷、电动器具、电热、电炊器具等产品加工和制造的产业基地。从业人员数以亿计。随着电子技术和电子产业的迅速发展,现代电子产品的制造业就需要很多生产、加工、安装、调试等方面的操作技能型人才。

本书参照高等职业教育电子信息类专业《双证课程培养方案》的内容要求,参照信息产业部颁布的电子产品装配工的职业技能规范,对电子产品装配工所应具备的知识和技能进行了系统的介绍,目标是培养该岗位所需要的技能型人才。全面系统地介绍了电子电路的识图知识,电子元器件的识别和基本测量的方法,安全生产的常识以及电子生产工艺流程中各种岗位所需要的基础知识。

产品的性能和质量以及市场的竞争力,实质上有赖于生产第一线技术人员、操作人员的技术素质,各种电子工厂都需要技能型的人才。本书重点介绍电子产品的装配技能、电子产品材料和器件的筛选及工艺准备,以及电子元器件的焊接、装配、布线、检验等电子产品装配工的基本技能。本书的培训目标是训练电子产品的实装技能,每章都设有实训的教学内容和操作指导。同时对电子实装的工艺流程及相关知识也进行了系统的介绍,以适应各工艺环节和生产岗位从业技术人员的需要。

为了推动我国电子产业的发展,国家大力倡导职业教育,特别重视高技能型人才的培养。同时也大力推行职业资格认证制度,颁布了各行业各工种的职业技能鉴定规范。本书可作为中、高等职业技术学校 and 电子电器类专业学校电子技术学科的教材;也可作为电子制造企业的岗位培训教材。

参加本书编写的有韩雪涛、韩广兴、吴瑛、杨旭方、韩雪冬、张湘萍、刘贞关、金磊、马鸿雁、姜雪、马亮、孟雪梅、孟宇宁和周丹等。为了配合教学,我们制作了有关电子技能基础等方面的 VCD 教学光盘,读者可以边看边实践,读者如有各种问题可以与我们联系。

网址: www.taoo.cn

邮编: 300384 电话: (022) 83718162

地址: 天津南开华苑产业园天发科技园 8-1-401 天津市涛涛多媒体技术有限公司

图书联系方式: tan_peixiang@phei.com.cn

编 者
2006 年 4 月

目 录

第 1 章 电子产品装配技能基础	1
1.1 电子产品生产流程工艺文件的识读.....	1
1.2 电子电气设备的常用文字符号.....	3
1.3 常用电子元器件的图形符号.....	7
1.4 方框图的识读.....	29
1.5 电原理图的识读.....	30
1.6 逻辑原理图的识读.....	32
1.7 接线图的识读.....	32
1.8 安全用电及电气操作安全规程.....	32
1.9 识图实训.....	33
1.9.1 实训目的.....	33
1.9.2 实训器材.....	33
1.9.3 实训方法及步骤.....	34
1.9.4 实训项目.....	34
本章小结.....	35
习题 1.....	36
第 2 章 电子器件的选用代换和工艺准备	37
2.1 电子元器件的选用与代换.....	37
2.1.1 电阻器的选用与代换.....	37
2.1.2 电容器的选用与代换.....	38
2.1.3 电感器的选用与代换.....	39
2.1.4 变压器的选用与代换.....	39
2.1.5 二极管的选用与代换.....	40
2.1.6 三极管的选用与代换.....	41
2.1.7 场效应晶体管的选用与代换.....	41
2.1.8 晶闸管的选用与代换.....	41
2.2 电子元器件在印制板上的布局.....	42

2.2.1	整体布局原则.....	42
2.2.2	元器件排列的方法及要求.....	42
2.3	电子元器件引线的镀锡方法（预加工）.....	45
2.4	电子元器件引线成型.....	47
2.4.1	手动插装前的引线成型.....	48
2.4.2	自动插装前的引线成型.....	49
2.5	电子元器件的插装.....	50
2.5.1	元器件的常规插装.....	50
2.5.2	元器件的多种安装方法.....	51
2.5.3	安装元器件的技术要求.....	55
2.6	电子元器件的安装实训.....	56
	本章小结.....	61
	习题 2.....	61
第 3 章	电子元器件的焊接方法.....	63
3.1	电子元器件的手工锡焊.....	63
3.1.1	手工焊接工具与焊接材料.....	63
3.1.2	锡焊的机理及工艺要素.....	67
3.1.3	手工锡焊的基本方法.....	68
3.2	浸焊.....	73
3.3	波峰焊.....	75
3.4	再流焊.....	76
3.5	电子束焊接.....	77
3.6	超声焊接.....	78
3.7	焊接质量检测.....	78
3.7.1	焊接质量要求.....	78
3.7.2	典型不良焊点外观及其原因分析.....	79
3.7.3	焊接质量检测.....	82
3.8	焊接实训.....	82
3.8.1	接线柱的焊接实训.....	82
3.8.2	印制电路板的焊接实训.....	84
3.8.3	铸塑元件的焊接实训.....	86
3.8.4	弹片类元件的焊接实训.....	88
3.8.5	集成电路的焊接实训.....	88

3.8.6 拆焊实训.....	89
本章小结.....	89
习题 3.....	89
第 4 章 整机的装配工艺	91
4.1 常用的装配工艺.....	91
4.1.1 焊接装配.....	91
4.1.2 压接装配.....	91
4.1.3 绕接装配.....	91
4.1.4 螺纹连接.....	93
4.1.5 胶接装配.....	98
4.1.6 穿刺装配.....	100
4.1.7 铆接装配.....	100
4.2 常用零部件的安装方法.....	103
4.2.1 开关安装.....	103
4.2.2 插座安装.....	104
4.2.3 电位器安装.....	104
4.2.4 金属大功率三极管的安装.....	105
4.2.5 散热片的安装.....	106
4.2.6 集成块的安装.....	107
4.3 印制电路板的装配工艺.....	108
4.3.1 印制电路板的基本概念.....	108
4.3.2 印制电路板的设计与制造.....	109
4.3.3 印制电路板的装配工艺.....	120
4.4 印制电路板的装配.....	123
4.5 传动机构的安装.....	124
4.6 VCD 视盘机的装配.....	125
本章小结.....	129
习题 4.....	130
第 5 章 表面安装技术 (SMT)	131
5.1 表面安装技术工艺流程.....	131
5.1.1 表面安装技术的工艺 (SMT) 的特点	131
5.1.2 表面安装技术的工艺流程.....	132

5.2 表面安装元器件 (SMC/SMD)	133
5.2.1 表面安装电阻器和电位器	133
5.2.2 表面安装电容器	139
5.2.3 表面安装电感器	142
5.2.4 表面安装半导体器件	143
5.2.5 其他片式元件	150
5.2.6 典型的表面安装技术产品	153
5.3 表面安装设备	155
5.3.1 印刷机	155
5.3.2 贴片机	156
5.3.3 再流焊炉	159
5.3.4 自动检测仪	161
本章小结	162
习题 5	162
第 6 章 整机布线工艺	165
6.1 绝缘电线、电缆种类和用途	165
6.2 绝缘导线的加工	165
6.3 屏蔽导线的加工	167
6.4 电缆的加工	170
6.5 导线的连接	171
6.5.1 两条粗细相同的导线的连接	171
6.5.2 两条粗细不同的导线的连接	173
6.6 导线端子的焊接	174
6.7 整机布线、扎线成型	176
6.7.1 导线成型工艺	176
6.7.2 线扎成型工艺	177
6.8 布线、扎线操作实训	182
本章小结	185
习题 6	185
第 7 章 整机总装工艺	187
7.1 整机总装工艺流程	187
7.2 整机组装中的静电保护	190

7.2.1 静电的产生.....	190
7.2.2 静电的危害.....	191
7.2.3 静电敏感器件.....	192
7.2.4 电子产品制造中的静电源.....	192
7.2.5 静电的防护方法.....	194
7.2.6 常用的静电防护器材.....	197
7.3 整机总装实训.....	200
7.3.1 实训目的.....	200
7.3.2 实训方法.....	200
本章小结.....	205
习题 7.....	205
第 8 章 整机调试检测工艺.....	207
8.1 整机调试检测的工艺流程.....	207
8.2 整机调试检测的主要检测工艺.....	209
8.2.1 来料检测工艺.....	209
8.2.2 印制电路板的调试检测工艺.....	211
8.2.3 整机功能调试检测工艺.....	217
8.3 整机电路的检验测试实训.....	219
8.3.1 调频立体声收音机的检验测试实训.....	219
8.3.2 VCD 视盘机的检验测试实训.....	221
本章小结.....	224
习题 8.....	224
第 9 章 电子元器件的检测.....	225
9.1 仪器、仪表的使用方法.....	225
9.1.1 电流表的功能及其使用方法.....	225
9.1.2 电压表的功能及其使用方法.....	226
9.1.3 万用表的功能及其使用方法.....	228
9.1.4 兆欧表的功能及其使用方法.....	230
9.1.5 钳形电流表的功能及其使用方法.....	231
9.1.6 万用电桥的功能及其使用方法.....	232
9.1.7 信号发生器的功能及其使用方法.....	234
9.1.8 示波器工作原理及其使用方法.....	235

9.1.9 试电笔的功能及其使用方法.....	237
9.1.10 其他检测工具.....	237
9.2 电子元器件的测量方法.....	239
9.2.1 电阻器类.....	239
9.2.2 电容器类.....	253
9.2.3 电感类.....	258
9.2.4 变压器类.....	260
9.2.5 二极管类.....	269
9.2.6 三极管类.....	284
9.2.7 晶体管类.....	286
9.2.8 晶闸管类.....	289
9.3 电子元器件检测实训.....	297
9.3.1 实训目标.....	297
9.3.2 实训设备和器材.....	297
9.3.3 实训项目.....	297
本章小结.....	298
习题 9.....	298
附录 A 习题答案.....	301
第 1 章 习题答案.....	301
第 2 章 习题答案.....	302
第 3 章 习题答案.....	303
第 4 章 习题答案.....	303
第 5 章 习题答案.....	304
第 6 章 习题答案.....	305
第 7 章 习题答案.....	305
第 8 章 习题答案.....	306
第 9 章 习题答案.....	307

第 1 章 电子产品装配技能基础

1.1 电子产品生产流程工艺文件的识读

工艺文件是企业组织生产、指导操作、保证产品质量的重要手段和法规。建立正确、完整、统一、清晰的工艺文件是电子产品高效装配的关键。

工艺文件的种类和内容可以根据产品的生产性质、生产类型和产品的复杂程度来做一定程度的调整，产品生产的不同阶段，对工艺文件的要求也会有所不同，表 1-1 列出了比较常用的各种工艺文件名称及其简号。其中，在产品的设计定型阶段，主要的作用就是验证设计结构是否合理，能否满足产品功能和各种技术指标及工艺性的要求。而在产品生产定型阶段，主要的工作就是验证工艺、工装、生产组织等，其工艺文件是指导加工、装配、计划、调度、原材料准备、劳动组织、质量管理、工装管理、经济核算等的主要技术依据。

表 1-1 工艺文件简号规定

序 号	工艺文件名称	简 号
1	工艺文件目录	CML
2	工艺路线表	GLB
3	工艺过程卡	GGK
4	元器件工艺表	GYB
5	导线及扎线表	GZB
6	各类明细表	GMB
7	装配工艺过程卡	GZP
8	工艺说明及简图	GSM
9	塑料压制工艺卡	GSK
10	电镀及化学镀工艺卡	GDK
11	化学涂覆工艺卡	GQK
12	热处理工艺卡	GRK
13	包装工艺卡	GBZ
14	调试工艺	GTS
15	检验规范	GJG
16	测试工艺	GCS

工艺文件目录是归档时齐套的依据，便于查阅每一种组件、部件和零件所具有的各种工艺文件的名称、页数和装订的册次。

工艺路线表能简明列出产品零件、部件、组件生产过程中顺序流经的部门所承担的工



序的简称，并列出零件、部件、组件的装入关系的一览表。

元器件工艺表主要的作用是简明列出元器件需要进行的预处理加工工序。

导线及扎线加工表列出为整机产品、分机、整件以及进行系统的、内部的电路连接所应准备的各种各样的导线和扎线等线缆用品。

各种装配工艺过程卡用来编制产品的部件、整件的机械性装配和电气连接的装配工艺全过程。

工艺说明及简图用来编制其他文件格式和重要且复杂的工艺。

为了更好地指导电子产品的生产，在遇到一些复杂的装配工艺时，工艺文件会附带相应的明细表。表 1-2 列出了比较常用的各种明细表及其简号。配套明细表可以清晰看到部件、整件装配时所需用的零件、部件、整件、外购件等主要备件，以及生产过程中的辅助材料等的种类、型号、规格及数量。

表 1-2 各类工艺文件用的明细表

序 号	工艺文件各类明细表	简 号
1	材料消耗工艺定额汇总表	GMB1
2	工艺装备综合明细表	GMB2
3	关键件明细表	GMB3
4	外协件明细表	GMB4
5	材料工艺消耗定额综合明细表	GMB5
6	配套明细表	GMB6
7	热处理明细表	GMB7
8	涂覆明细表	GMB8
9	工位器具明细表	GMB9
10	工量器具明细表	GMB10
11	仪器仪表明细表	GMB11

工艺文件上的“签署”栏供有关责任者签署用。一般有拟制、审核、标准化审查、批准四道签署。拟制签署者工作的重点是保证所编制的工艺文件具备正确性、合理性、继承性、经济性、完整性、协调性、安全性、标准化。“审核”签署者工作的重点是检查编制依据的正确性、工艺方案的合理性、专用工艺装备选用的必要性和是否符合工艺方案的原则；操作的安全性、质量控制的可靠性，材料毛坯类型、尺寸、加工总余量和精度的合理性与经济性；工艺文件的完整性和协调性；是否贯彻了标准和有关规定。“标准化审查”签署者工作的重点是工艺文件的编制是否贯彻了现行标准、标准化资料和有关规章制度；工艺文件的完整性和签署是否符合规定；工艺文件是否最大限度地采用了典型工艺；工艺说明尽可能采用已有的通用工艺说明；工艺文件采用的材料、工具是否符合现行标准。“批准”签署者工作的重点是工艺方案的选择是否能生产出质量稳定可靠的产品；工艺文件是否贯彻了现行标准和有关规章制度。

编制工艺文件应在保证产品质量的前提下，以最经济合理的工艺手段为加工原则。具体的编制过程主要有以下几个方面需要重点考虑：

(1) 仔细分析设计文件的技术条件、技术说明、原理图、安装图、接线图、线扎图及有关的零、部件图等。

(2) 考虑准备工序的内容，如各种导线的加工处理、线把扎制、地线成型、器件焊接浸锡、各种组合件的装焊、电缆制作、印标记等，都可以编制在准备工序的工艺文件里。

(3) 确定每个工序的工时和先后顺序。

(4) 大致确定日产量和生产周期。

(5) 仔细考虑流水线各工序的平衡性。

(6) 各工序所用的材料、器件、特殊工具、设备及其排列顺序。

(7) 确定调试检验工序所用的仪表设备、技术指标、测试方法。

1.2 电子电气设备的常用文字符号

电子电气设备一般都由大量的电子元器件及其相关的电子部件组成，内部电路结构十分复杂。在产品的组装生产过程中，有大量的生产工序需要配合完成。在组装加工之前，电子产品的原理、结构、组装等等都需要建立统一的标准作为加工依据。在描述这些标准及生产依据的过程中，为了简易化表达，会使用大量的英文符号来代替电子元器件或部件。

分离元件放大器	A	送话器	B
激光器	A	拾音器	B
调节器	A	扬声器	B
电桥	A AB	耳机	B
载波机	A AC	自整角机	B
晶体管放大器	A AD	旋转变压器	B
集成电路放大器	A AJ	模拟和多级数字变换器或	
磁放大器	A AM	传感器（用作指示和测量）	B
电子管放大器	A AV	压力变换器	B BP
自同步装置	A AS	位置变换器	B BQ
收发讯机	A AT	旋转变换器（测速发电机）	B BR
抽屉柜	A AT	温度变换器	B BT
支架盘	A AR	速度变换器	B BV
印制电路板	A AP	延迟线	D DL
保护装置	A AP	双稳态元件	D DB
压力信号器	A AP	单稳态元件	D DM
转速信号器	A AS	磁芯存储器	D DS
温度信号器	A AT	寄存器	D DR
热电传感器	B	磁带记录机	D
热电池	B	盘式记录机	D
光电池	B	发热器件	E EH
测功计	B	照明灯	E EL
晶体换能器	B	空气调节器	E EV



过电压放电器件	F		保持继电器	K	KL
避雷器	F		双稳态继电器	K	KL
具有瞬时动作的限流 保护器件	F	FA	接触器	K	KM
具有延时动作的限流 保护器件	F	FR	脉冲继电器	K	KM
具有延时和瞬时动作 的限流保护器件	F	FS	极化继电器	K	KP
熔断器	F	FU	簧片继电器	K	KR
限压保护器件	F	FV	延时有或无继电器	K	KT
旋转发电机	G		逆流继电器	K	KR
振荡器	G		感应线圈	L	
发生器	G	GS	线路陷波器	L	
同步发电机	G	GS	电抗器	L	
异步发电机	G	GA	电动机	M	
蓄电池	G	GB	同步电动机	M	MS
旋转式或固定式变频器	G	GF	可作发电机或电动 机的电机	M	MG
励磁机	G	GE	力矩电动机	M	MT
声响指示器	H	HA	运算放大器	N	
光指示器	H	HL	混合模拟/数字器件	N	
指示灯	H	HL	指示器件	P	
瞬时接触继电器	K	KA	记录器件	P	
瞬时有或无继电器	K	KA	积算测量器件	P	
交流继电器	K	KA	信号发生器	P	
电流继电器	K	KA	电流表	P	PA
电压继电器	K	KV	(脉冲)计数器	P	PC
频率继电器	K	KF	频率表	P	PF
差动继电器	K	KD	有功电能表	P	PJ
阻抗继电器	K	KI	记录仪器	P	PS
接地继电器	K	KE	时钟、操作时间表	P	PT
气体继电器	K	KG	电压表	P	PV
热继电器	K	KR	压力表	P	PP
功率方向继电器	K	KW	温度计	P	PT
同步监察继电器	K	KY	真空表	P	PV
闪光继电器	K	KH	流量计	P	PF
信号继电器	K	KS	断路器	Q	QF
中间继电器	K	KC	电动机保护开关	Q	QM
闭锁接触继电器(机械闭锁 或永磁铁式有或无继电器)	K	KL	隔离开关	Q	QS
			刀开关	Q	QK
			自动开关	Q	QA
			灭磁开关	Q	QE

电阻器	R	电抗变换器	U	UR
变阻器	R	气体放电管	V	
电位器	R RP	二极管	V	
测量分路器	R RS	发光二极管	V	VL
热敏电阻器	R RT	三极管	V	VT
压敏电阻器	R RV	稳压管	V	VS
拨号接触器	S	晶体管	V	
连接级	S	晶闸管	V	
控制开关	S SA	电子管	V	VE
选择开关	S SA	控制电路用电源的整流器	V	VC
按钮开关	S SB	导线	W	
机电式有或无传感器(单		电缆	W	
级数字传感器)	S	母线	W	
液体标高传感器	S SL	波导	W	
测量转换开关	S SM	波导定向耦合器	W	
压力传感器	S SP	偶极天线	W	
位置传感器(包括接近传		抛物天线	W	
感器)	S SQ	连接插头和插座	X	
转数传感器	S SR	接线柱	X	
温度传感器	S ST	电缆封端和接头	X	
电流互感器	T TA	焊接端子板	X	
控制电路电源用变压器	T TC	连接片	X	XB
励磁变压器	T TE	测试插孔	X	XJ
电抗变压器	T TL	插头	X	XP
电力变压器	T TM	插座	X	XS
磁稳压器	T TS	端子板	X	XT
转角变压器	T TR	测试端子	X	XE
自耦调压器	T TT	气阀	Y	
分裂变压器	T TU	电磁铁	Y	YA
电压互感器	T TV	电磁制动器	Y	YB
鉴频器	U UD	电磁离合器	Y	YC
解调器、励磁变流器	U UE	合闸线圈	Y	YC
变频器	U	电磁吸盘	Y	YH
编码器	U UC	跳闸线圈	Y	YT
变流器(电流变换器)	U UA	电动阀	Y	YM
逆变器	U UI	电磁阀	Y	YV
整流器	U UF	电缆平衡网络	Z	
电报译码器	U	压缩扩展器	Z	
电压变换器	U UV	晶体滤波器	Z	